

# Имитационное моделирование транспортной системы предприятия

Микулич А.Г.; Лукьянец С.В.  
Кафедра СУ, ФИТиУ  
БГУИР

Минск, Республика Беларусь  
warhawk2010@gmail.com

**Аннотация** — Рассмотрены особенности работы конвейеров в современном производстве. В программном пакете GPSS World составлена модель, имитирующая взаимодействие конвейерных систем Минского завода холодильников ЗАО «Атлант». На примере подвесного конвейера, предназначенного для транспортировки испарителей, выявлены недостатки его работы, определены направления модернизации. Разработана структурная схема новой системы управления конвейером, проведено моделирование её работы, определена элементная база, осуществлен выбор необходимого оборудования. Составлены схемы алгоритмов работы системы в различных режимах и разработано программное обеспечение нижнего (уровень программируемого логического контроллера) и верхнего (уровень системы диспетчеризации SCADA) уровней. Организован сбор данных в реальном времени, разработана система аварийных сообщений. Предусмотрены возможные расширения и изменения.

**Ключевые слова:** имитационное моделирование; подвесной конвейер; диспетчеризация.

## I. ВВЕДЕНИЕ

В современной промышленности использование имитационного моделирования даёт возможность оценить полезность предлагаемых решений, выявить возможные «узкие» места производства еще на этапе проектирования, как при создании новых, так и при модернизации используемых систем и техпроцессов. Таким образом, применение моделирования при проектировании позволяет избежать неоправданных затрат и повысить эффективность работы предприятия.

## II. ОБЪЕКТ МОДЕЛИРОВАНИЯ

В данной работе была поставлена задача увеличить эффективность работы транспортной системы Минского завода холодильников ЗАО «Атлант». Для выполнения поставленной цели принято решение разработать математическую модель, имитирующую работу подвесного конвейера и сопряженных с ним участков.

Выбранный конвейер предназначен для транспортировки испарителей различных модификаций на участок сборки. В исходной системе закрепленные за конвейером рабочие осуществляют перегрузку испарителей из тележек на подвески конвейера. После перегрузки части испарителей рабочий обязан при помощи панели оператора зафиксировать модель и количество испарителей, а также номер подвески. Широкая номенклатура испарителей, непрерывное движение конвейера, небольшая рабочая зона ввиду привязки рабочего к панели оператора, ошибки ввода данных, а также наращивание объемов производства приводили к нарушению ритмичности производства и передаче некорректных данных в диспетчерскую оперативного управления производством.

На основании статистических сведений о работе конвейера в пакете GPSS World разработан программный код модели. Проведено моделирование работы конвейера для двух рабочих смен с

коэффициентом использования рабочего времени 94% в различных режимах: при различном количестве рабочих, при увеличенной скорости конвейера, при повышении объемов производства и др.

Полученные результаты подтверждают необходимость перестройки процесса навески и разработки более эффективной системы визуализации и диспетчеризации.

## III. ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

Для устранения выявленных недостатков была разработана структурная схема автоматизированной системы управления подвесным конвейером, структурная схема которой приведена на рисунке 1. АСУ осуществляет оперативный сбор данных о текущем состоянии конвейера для их дальнейшего анализа и обработки, а также вывода в реальном времени на экран оператора.

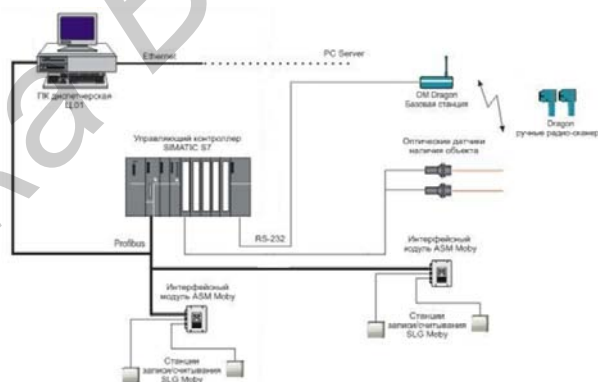


Рис. 1. Структурная схема системы управления подвесным конвейером

В систему внедряется штриховое кодирование навешиваемых на подвески испарителей. В штрих коде содержится порядковый номер изделия и информация о модели. Каждая из подвесок конвейера также оснащается штриховым кодом со своим номером. Сбор данных производится путем последовательного считывания штриховых кодов испарителей и затем номера подвески.

В дополнение к штриховому кодированию в системе управления использована радиочастотная идентификация подвесок, которая предусматривает размещение мобильных носителей данных на каждой подвеске транспортного конвейера. В памяти мобильных носителей хранится информация о перемещаемом грузе: номера моделей и количество испарителей. Запись данных осуществляется бесконтактно станциями записи/считывания в местах навески испарителей на конвейер. В месте разгрузки конвейера размещается станция записи/считывания и датчик, проверяющий подвески на предмет наличия в них груза. Использование двух различных технологий систем автоматической идентификации позволяет обеспечить достоверность собираемой информации и

устойчивость работы системы управления в целом, даже в случае отказов её основных элементов.

Управление процессом обработки считываемых штрих кодов, работой станций записи/считывания, передача данных на верхний уровень программного обеспечения системы управления выполняются программируемым логическим контроллером. Схема алгоритма работы для участка навески приведена на рисунке 2.

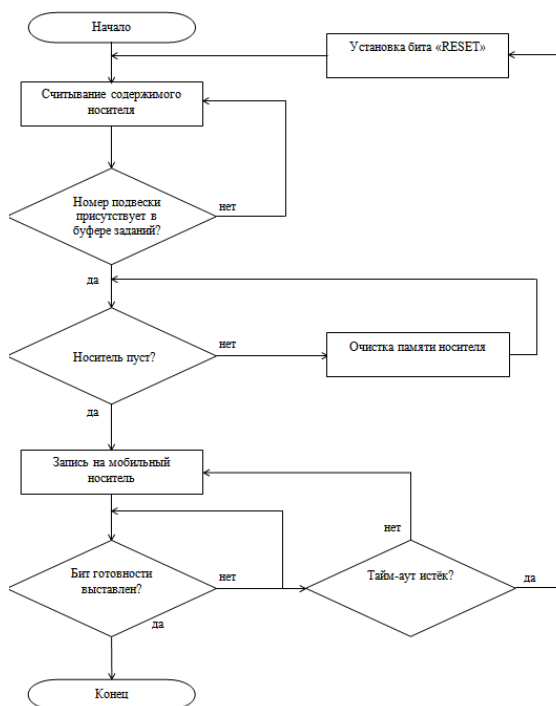


Рис. 2. Схема алгоритма работы программы управления станциями записи/считываниям

Программа визуализации и диспетчеризации входит в состав системы управления и предназначена для диагностики процессов навески и съема готового испарителя на конвейере в реальном времени. Она обеспечивает оперативный приём данных от системы идентификации испарителя, отображение состояния заполнения и разгрузки конвейера, а также почасовой загрузки испарителя на конвейер, архивирование общего количества навешенного и снятого испарителя по моделям за каждую смену и за сутки.

#### IV. МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ КОНВЕЙЕРА ПОСЛЕ МОДЕРНИЗАЦИИ

В процессе проектирования системы управления составлена модель, имитирующая работу конвейера в

новых условиях. Исходными для составления математической модели были следующие данные: среднее время, затрачиваемое на считывание штрихового кода, время перегрузки блока испарителей из тележки на конвейер, скорость движения конвейера, количество подвесок в рабочей зоне загрузки, время прибытия подвесок на разгрузку. Сравнительный анализ результатов моделирования работы исходной и модернизированной систем показал увеличение количества испарителей, прибывающих на разгрузку в единицу времени на 20%, снижение коэффициента загрузки рабочих с 95% до 71%. Также можно утверждать, что повысится достоверность данных о навеске, поступающих в диспетчерскую оперативного управления производством. Моделирование работы конвейера при увеличении объёмов производства, при различном количестве рабочих, а также при нештатных ситуациях показало эффективность модернизированной системы.

#### V. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученные при моделировании результаты показали, что за счет сокращения временных затрат на навеску испарителей увеличивается количество прибывающих на разгрузку испарителей в единицу времени, снижается коэффициент загрузки рабочих, повышается эффективность диспетчеризации. Спроектированная система обеспечивает ритmicность производства и стабильность работы конвейера при увеличении объёмов производства, что подтверждается результатами моделирования в соответствующих условиях.

Правомерность выводов, сделанных при моделировании, доказана результатами, полученными при опытно-промышленной эксплуатации системы.

- [1] Кудрявцев Е.М. GPSS World. Основы имитационного моделирования различных систем. – М.: ДМК Пресс, 2004.
- [2] Лукьянец С.В., Пашкевич А.П. Моделирование гибких производственных систем и роботизированных комплексов. – Мн.: БГУИР, 2005. – 232.
- [3] Парр, Э. Программируемые контроллеры / Э. Парр. – М.: Бинном, 2007. – 516 с.
- [4] Томашевский В.И., Жданова Е.Г. Имитационное моделирование в среде GPSS. – М.: Бестселлер, 2003. – 416 с.
- [5] Шрайбер Т. Дж. Моделирование на GPSS. – М., 1980. – 592 с.
- [6] Siemens Moby identification system – М. [Электронный ресурс] : Datasheet / Siemens AG. – Электронные данные. – Режим доступа : asm450.pdf.
- [7] Simatic Step 7 V5.4 Programming – М. [Электронный ресурс] : Datasheet / Siemens AG. – Электронные данные. – Режим доступа : step7v54\_programming.pdf.